

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-263098

(43)Date of publication of application : 06.10.1998

(51)Int.Cl.

A61N 5/10

(21)Application number : 09-074058

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 26.03.1997

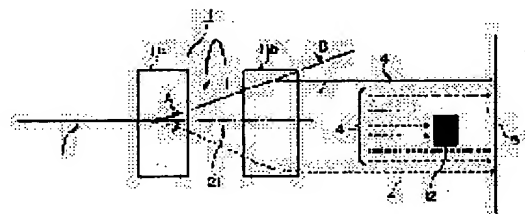
(72)Inventor : MIZOTA MANABU

## (54) CHARGED PARTICLE IRRADIATING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the occurrence of so-called a shadowy blur and surely irradiate a beam regardless of the movement of a material to be irradiated by providing first and second deflecting electromagnets which are respectively turned round the axis of a beam, and varying the exciting amount of each deflecting electromagnet to irradiate a beam to a designated area of a part to be irradiated.

**SOLUTION:** A beam 1 from an accelerator is deflected at an angle A by a first deflecting electromagnet 11a, and further deflected reversely at an angle B by a second deflecting electromagnet 11b, whereby as a result, the beam on the incidence side and the deflected beam 4 are made parallel to apply the deflected beam 4 to the surface 5 to be irradiated. By the rotation of the deflecting electromagnet 11, the deflecting surface of the beam 1 is rotated to determine the radiating surface of the beam 1 in the circumferential direction of the surface 5 to be irradiated round the axis 21, and the radial irradiating position of the surface 5 to be irradiated is determined by an electric current flowing through the deflecting electromagnets 11a, 11b, so that the deflected beam 4 can be irradiated to a desired area of the surface 5 to be irradiated. Thus, the occurrence of the half shadow can be prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-263098

(43) 公開日 平成10年(1998)10月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
A 6 1 N 5/10

識別記号

F I  
A 6 1 N 5/10

M

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-74058

(22) 出願日 平成9年(1997)3月26日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 溝田 学

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

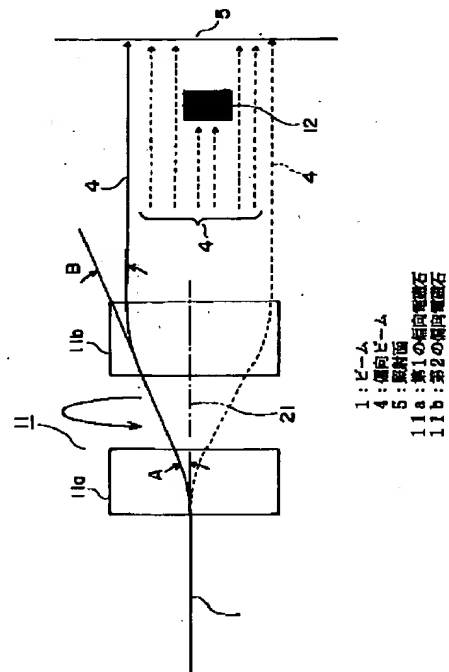
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 荷電粒子照射装置

(57) 【要約】

【課題】 この発明は、所謂半影ボケが生じるようなことのない荷電粒子照射装置を得る。

【解決手段】 ビーム1の軸21を中心としてそれぞれ回転可能な第1の偏向電磁石11aおよび第2の偏向電磁石11bが設けられており、第1の偏向電磁石11aおよび第2の偏向電磁石11bの励磁量を変化させて照射面5の所定の箇所にビームを照射する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加速器により加速されて取り出されたビームを第1の偏向電磁石および第2の偏向電磁石により偏向させて被照射部に照射する荷電粒子照射装置において、前記ビームの軸を中心としてそれぞれ回転可能な前記第1の偏向電磁石および前記第2の偏向電磁石が設けられており、前記第1の偏向電磁石および前記第2の偏向電磁石の励磁量を変化させて前記被照射部の所定の箇所にビームを照射するようになっている荷電粒子照射装置。

【請求項2】 加速器により加速されて取り出されたビームを第1の偏向電磁石および第2の偏向電磁石により偏向させて被照射部に照射する荷電粒子照射装置において、前記第1の偏向電磁石のビームの偏向面および前記第2の偏向電磁石のビームの偏向面が同一面上にあり、また前記第1の偏向電磁石のビームの振り角の方向と前記第2の偏向電磁石のビームの振り角の方向とが逆で、かつそれぞれの振り角の値が同じであり、前記第2の偏向電磁石を通過後の偏向ビームは前記第1の偏向電磁石に入射される前の前記ビームと平行になっている荷電粒子照射装置。

【請求項3】 加速器により加速されて取り出されたビームを被照射部に照射する荷電粒子照射装置において、前記被照射部の照射点の位置を検出する位置検出センサと、この位置検出センサからの信号により第1の偏向電磁石および第2の偏向電磁石の励磁量を制御し、前記照射点にビームを照射する励磁量制御装置とを備えた荷電粒子照射装置。

【請求項4】 第1の偏向電磁石と第2の偏向電磁石とはビームの軸を中心にしてそれぞれ回転可能になっている請求項2または請求項3記載の荷電粒子照射装置。

【請求項5】 第1の偏向電磁石のビームの偏向面および第2の偏向電磁石のビームの偏向面が同一面上にあり、かつ前記第1の偏向電磁石の振り角と前記第2の偏向電磁石の振り角とが互いに逆方向で、ビームが被照射部の一定の照射点に照射するように前記第1の偏向電磁石および前記第2の偏向電磁石の励磁量を変化させるようになっている請求項1、請求項3または請求項4の何れかに記載の荷電粒子照射装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、加速器により加速されて取り出されたビームを第1の偏向電磁石および第2の偏向電磁石により偏向させて被照射部に照射する荷電粒子照射装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図4は例えば「重粒子線がん治療装置建設総合報告書 NIRS-M109HIMAC-009 98頁～102頁」に示された従来の荷電粒子照射装置の説明図である。図において、1は加速器から加速さ

2

れて取り出されたビーム、2はビーム1をX軸へ偏向するX軸偏向電磁石、3はビーム1をY軸へ偏向するY軸偏向電磁石、4はそれらの偏向電磁石2、3により偏向された偏向ビーム、5は偏向ビーム4が照射される被照射物の照射面である。ここでX軸、Y軸とは、ビーム1の進行方向に対して垂直な面内の互いに直交した2軸のことである。

【0003】この荷電粒子照射装置では、加速器から取り出された荷電粒子（例えば電子、陽子、重イオン）のビーム1は、照射面5に向けられている。例えばがん等の病巣を荷電粒子のビーム1により殺傷する場合は、治療台等を調整してビーム1の出口を患者の病巣に臨むようにしている。広い照射面5を細かいビーム1で無限く照射するためには、X方向に偏向するX軸偏向電磁石2とY軸方向に偏向するY軸偏向電磁石3の2台1組の偏向電磁石本体を用いている。X軸偏向電磁石2およびY軸偏向電磁石3の励磁電流として正弦波を用いており、その電流値を変化させて偏向電磁石2、3の磁束密度をそれぞれ変化させ、X軸方向およびY軸方向に偏向した偏向ビーム4を作り、この偏向ビーム4を照射面5の全面に走査している。なお、偏向ビーム4を拡大する手段として散乱体を偏向電磁石2、3と照射面5との間に配置する場合もある。

【0004】また、図5は例えば「平成7年度放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書1996年6月NIRS-M-116 HIMAC-013 179頁～180頁」に示された従来の呼吸同期照射装置の説明図である。図において、6はX軸電磁石2、Y軸電磁石3、散乱体（図示せず）等を含む照射系機器、7は人体、8は人体7に取り付けた位置検出センサ、9は位置検出センサ8からの出力により加速器のビーム取出装置10をオン・オフ制御する制御装置である。

【0005】この荷電粒子照射装置では、人体7の患部に照射系機器6を通過した偏向ビーム4が照射されるが、人体7の呼吸により患部が移動したときには、正常な組織にビーム4が当たらないようにするために、ビームをストップする必要がある。そのため、患部の移動を位置検出センサ8により検出し、患部が移動したときには制御装置9からトリガー信号等を発生して、加速器のビーム取出装置10の作動を制御し、加速器からビームが取り出されないようにしている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の図4に示した荷電粒子照射装置では、X軸偏向電磁石2、Y軸偏向電磁石3の電流により偏向電磁石2、3の磁束密度を制御することで、照射面5内の走査を行っており、X軸偏向電磁石2、Y軸偏向電磁石3それぞれの電流値を変えることで偏向ビーム4の走査の自由度が決められていた。従って、照射面5内の照射点が決まるとその点に入射す

る角度は必然的に決まってしまう、例えば平面からなる照射面 5 に垂直に当てられる箇所は一点しかなく、それ以外の箇所は全てある角度をもって偏向ビーム 4 が照射面 5 に当たることになる。ところで、患部等の被照射物以外に偏向ビーム 4 が照射されるのを防止するために患部以外を覆うコリメータを用いているが、角度をもった偏向ビーム 4 がコリメータを通ると、照射領域と照射されるべきでない保護領域との境界のコントラストが不明確な、所謂半影ボケが生じてしまい、保護領域にも偏向ビーム 4 が照射されてしまうといった問題点があった。

【0007】また、従来の図 5 の荷電粒子照射装置では、例えば人体 7 の呼吸により患部が移動したときには、制御装置 9 が作動してビーム 1 を加速器から取り出すのを停止しており、それだけ照射治療に要する時間も長くなってしまふといった問題点があった。

【0008】この発明は、上記のような問題点を解決することを課題とするものであって、所謂半影ボケが生じるようなことはなく、また被照射物が移動してもその被照射物にビームが確実に照射される荷電粒子照射装置を得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項 1 の荷電粒子照射装置では、ビームの軸を中心としてそれぞれ回転可能な第 1 の偏向電磁石および第 2 の偏向電磁石が設けられており、前記第 1 の偏向電磁石および前記第 2 の偏向電磁石の励磁量を変化させて被照射部の所定の箇所にビームを照射するものである。

【0010】また、この発明の請求項 2 の荷電粒子照射装置では、第 1 の偏向電磁石のビームの偏向面および第 2 の偏向電磁石のビームの偏向面が同一面上にあり、また前記第 1 の偏向電磁石のビームの振り角の方向と前記第 2 の偏向電磁石のビームの振り角の方向とが逆で、かつそれぞれの振り角の値が同じであり、前記第 2 の偏向電磁石を通過後の偏向ビームは前記第 1 の偏向電磁石に入射される前のビームと平行になっているものである。

【0011】また、この発明の請求項 3 の荷電粒子照射装置では、被照射部の照射点の位置を検出する位置検出センサと、この位置検出センサからの信号により第 1 の偏向電磁石および第 2 の偏向電磁石の励磁量を制御して照射点にビームを照射する励磁量制御装置とを備えたものである。

【0012】また、この発明の請求項 4 の荷電粒子照射装置では、第 1 の偏向電磁石と第 2 の偏向電磁石とがビームの軸を中心にしてそれぞれ回転可能になっているものである。

【0013】また、この発明の請求項 5 の荷電粒子照射装置では、第 1 の偏向電磁石のビームの偏向面および第 2 偏向電磁石のビームの偏向面が同一面上にあり、かつ前記第 1 の偏向電磁石の振り角と前記第 2 の偏向電磁石の振り角とが互いに逆方向で、ビームが被照射部の一定

の照射点に照射するように前記第 1 の偏向電磁石および前記第 2 の偏向電磁石の励磁量を変化させるようになっているものである。

【0014】

【発明の実施の形態】

実施の形態 1. 図 1 はこの発明の実施例 1 に係る荷電粒子装置を示す配置図であり、図において、1 は加速器からの荷電粒子のビーム、11 は加速器からのビーム 1 の軸 21 を中心として回転する回転機構（図示せず）を備えた偏向電磁石本体で、この偏向電磁石本体 11 は、紙面内にビームを偏向させるように紙面に垂直方向に磁界をつくり互いに異なる向きで値が同じ磁束密度の第 1 の偏向電磁石 11a および第 2 の偏向電磁石 11b から構成されている。4 は偏向電磁石本体 11 により偏向された偏向ビーム、5 は偏向ビーム 4 が照射される被照射物の照射面、12 は偏向電磁石本体 11 と照射面 5 との間に設けられ、照射されるべきでない箇所に偏向ビーム 4 が照射するのを防止するコリメータである。

【0015】上記の荷電粒子照射装置では、ビーム 1 は第 1 の偏向電磁石 11a により角度 A だけ偏向し、また第 2 の偏向電磁石 11b により逆向きに角度 B だけ偏向し、結果的には加速器からのビーム 1 と偏向電磁石 11b を通過した後の偏向ビーム 4 とは平行になり、この偏向ビーム 4 が照射面 5 に照射される。また、偏向電磁石 11 の回転により、ビーム 1 の偏向面が回転するので、軸 21 を中心とした照射面 5 の周方向のビーム 1 の照射位置は決められ、また偏向電磁石 11a、11b に流れる電流により照射面 5 の半径方向の照射位置は決められる結果、照射面 5 の所定の箇所に加速器からのビーム 1 と平行なビーム 4 を照射することが可能となる。

【0016】従って、例えば、照射面 5 と偏向電磁石 11 との間にコリメータ 12 を挿入して偏向ビーム 4 の当たらない影の部分を作ったときに、コリメータ 12 の表面に垂直に偏向ビームが照射するので、所謂半影ボケが生じるようなことはなく、コントラストのはっきりした照射が可能となる。

【0017】実施の形態 2. 図 2 はこの発明の実施の形態 2 に係る荷電粒子照射装置を示す説明図である。図において、第 2 の偏向電磁石 13b は第 1 の偏向電磁石 13a と同じ面内に偏向するが逆向きの磁界を発生させ、結果として得られる偏向ビーム 4 がビーム 1 の軸 21 の線上の照射点 22 を通過するようにその磁束密度の大きさが決められている。また、この偏向電磁石 13a、13b をビーム 1 の軸 21 を中心に回転し、かつ偏向電磁石 13a、13b の励磁量を変化させることにより、照射点 22 をある立体角のなかから任意の立体角度で照射することができる。

【0018】このように、実施の形態 2 の荷電粒子照射装置では、第 1 の偏向電磁石 13a と第 1 の偏向電磁石 13b とからなる偏向電磁石本体 13 によって偏向され

5

た偏向ビーム 4 はある立体角度内の任意の角度で照射点 22 を照射することができる。従って、照射したい部分には、照射線量を重ねることができ、また、照射点 22 の上流側に重要臓器 14 があり、全く照射したくない箇所がある場合は、その重要臓器 14 を避けるように偏向電磁石 13a、13b を励磁することで、重要臓器 14 を保護しつつ効果的に患部を照射することが可能となる。

【0019】実施の形態 3. 図 3 はこの発明の実施の形態 3 に係る荷電粒子照射装置を示す説明図である。図において、15 は人体 7 の表面等に取り付けた位置検出センサであり、照射点 22 の移動量を検出するようになっている。16 はその位置検出センサ 15 からの出力により第 1 の偏向電磁石 11a、第 2 の偏向電磁石 11b の励磁量を変える励磁量制御装置であり、照射点 22 が移動しても常に偏向された偏向ビーム 4 がその照射点 22 に向かうように第 1 の偏向電磁石 11a、第 2 の偏向電磁石 11b の励磁量が決められている。また、これらの偏向電磁石 11a、11b の偏向面は照射点 22 の移動方向を含む平面となるように合わせてある。なお、偏向電磁石 11a、11b は回転機構を有しているが、有しなくてもよい。

【0020】この実施の形態 3 による荷電粒子照射装置では、照射点 22 が呼吸等により移動しても、偏向ビーム 4 が照射点 22 に常に照射されるようになっており、加速器からのビーム 1 は無駄なく有効に利用される。また、加速器としてパルス的に取り出されるシンクロトロンだけでなく、連続的にビームが取り出せるサイクロトロンにこの実施の形態 3 の荷電粒子照射装置を組み合わせると効果的である。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の請求項 1 の荷電粒子照射装置によれば、ビームの軸を中心として第 1 の偏向電磁石および第 2 の偏向電磁石を回転させ、また第 1 の偏向電磁石および第 2 の偏向電磁石の励磁量を変化させることにより、被照射部の所定の箇所にビームを簡単、確実に照射することができる。

【0022】また、この発明の請求項 2 の荷電粒子照射装置によれば、第 2 の偏向電磁石を通過後の偏向ビームは第 1 の偏向電磁石に入射される前のビームと平行になっており、例えば照射部と偏向電磁石との間にコリメータを挿入して偏向ビームの当たらない影の部分を作ったときに、コリメータの表面に垂直に偏向ビームが照射す

6

るので、所謂半影ボケが生じるようなことはなく、コントラストのはっきりした照射が可能となる。

【0023】また、この発明の請求項 3 の荷電粒子照射装置によれば、被照射部の照射点の位置を検出する位置検出センサと、この位置検出センサからの信号により第 1 の偏向電磁石および第 2 の偏向電磁石の励磁量を制御して照射点にビームを照射する励磁量制御装置とを備えたので、照射点が呼吸等により移動しても、偏向ビームが照射点に常に照射されるようになっており、加速器からのビームは無駄なく有効に利用される。

【0024】また、この発明の請求項 4 の荷電粒子照射装置によれば、第 1 の偏向電磁石と第 2 の偏向電磁石とがビームの軸を中心にしてそれぞれ回転可能になっているので、ビームの軸を中心とした周方向の所定の位置にビームを簡単に照射させることができる。

【0025】また、この発明の請求項 5 の荷電粒子照射装置によれば、第 1 の偏向電磁石のビームの偏向面および第 2 の偏向電磁石のビームの偏向面が同一面上にあり、かつ前記第 1 の偏向電磁石の振り角と前記第 2 の偏向電磁石の振り角とが互いに逆方向で、ビームが被照射部の一定の照射点に照射するように前記第 1 の偏向電磁石および前記第 2 の偏向電磁石の励磁量を変化させるようにしたので、照射したい部分には、照射線量を重ねることができ、また例えば照射点の上流側に重要臓器があり、照射したくない箇所がある場合は、偏向電磁石を励磁することで、重要臓器を保護しつつ効果的に患部を照射することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 に係る荷電粒子照射装置の説明図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 2 に係る荷電粒子照射装置の説明図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 3 に係る荷電粒子照射装置の説明図である。

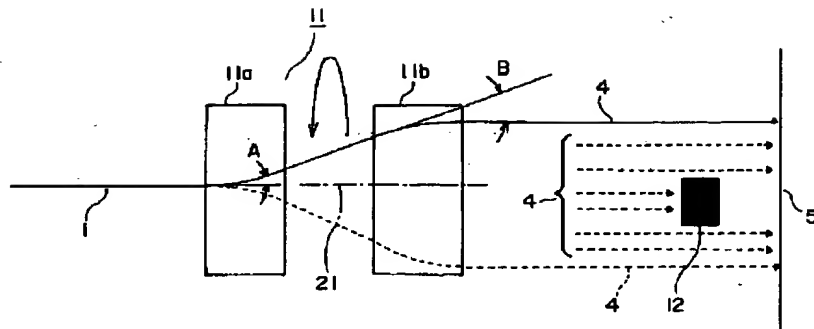
【図 4】 従来の一例の荷電粒子照射装置の説明図である。

【図 5】 従来他の例の荷電粒子照射装置の説明図である。

【符号の説明】

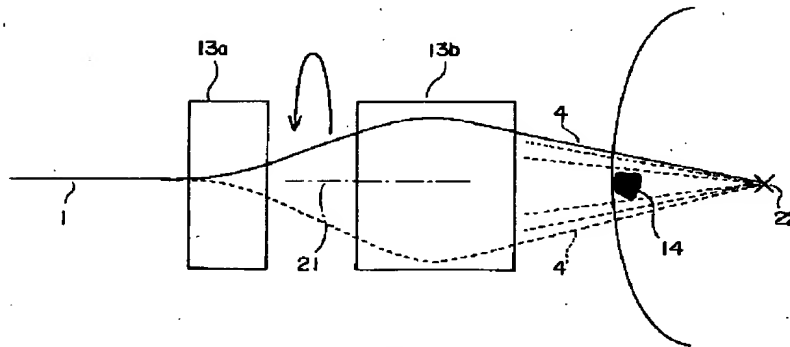
1 ビーム、4 偏向ビーム、5 照射面、11a、13a 第 1 の偏向電磁石、11b、13b 第 2 の偏向電磁石、15 位置検出センサ、16 励磁量制御装置、21 軸、22 照射点。

【図1】



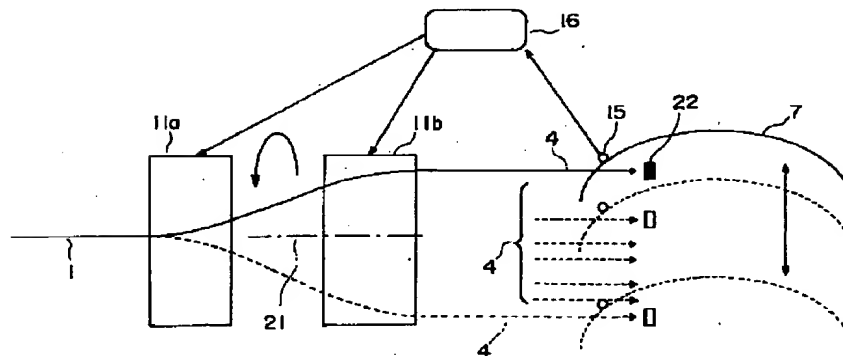
- 1: ビーム  
 4: 偏向ビーム  
 5: 照射面  
 11a: 第1の偏向電磁石  
 11b: 第2の偏向電磁石

【図2】



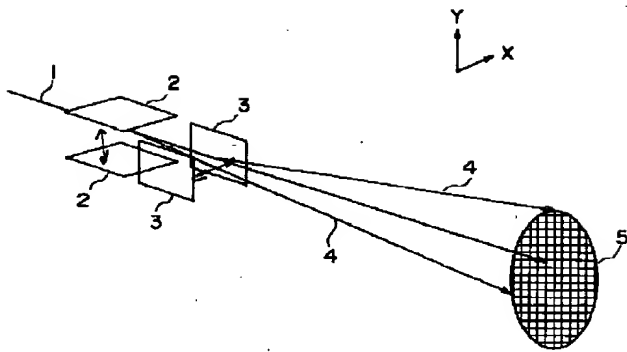
- 13a: 第1の偏向電磁石  
 13b: 第2の偏向電磁石

【図3】



- 15: 位置検出センサ  
 16: 励磁制御装置

【図4】



【図5】

